

Model Penilaian Risiko Berbasis Kinerja untuk Rantai Pasok Kelapa Sawit Berkelanjutan di Indonesia

Rika Ampuh Hadiguna^{1*}

Abstract: As the country's largest palm oil producer in the world, Indonesian palm oil production is still encounter political barriers or non-tariff economy of several countries. Sustainable development policies have a role to overcome these obstacles. The research problem is how to build policies through the performance based risk assessment for sustainable palm oil supply chain in Indonesia. The research objective is to recommend policies that supported by performance-based risk assessment models for sustainable palm oil supply chain in Indonesia. Performance-based risk assessment algorithms have been developed and verified in a comprehensive manner. Model verification is conducted by analyzing the performance of crude palm oil supply chain based on expert's analysis. This study has obtained the necessary indicators to assess the risk based on performance of sustainable crude palm oil supply chain. Model application has shown that risk level of sustainable crude palm oil in Indonesia relating to economics, environmental, and social aspects are moderate, respectively. However, there are some indicators that need to be considered with the level of risk is quite high, namely demand rate, quality of palm oil, timelines of product delivery, availability of crude palm oil and bullwhip effect. This paper has recommended some policies to address those risks.

Keywords: Supply chain, palm oil, risk, performance, sustainable.

Pendahuluan

Manajemen rantai pasok minyak sawit (*crude palm oil*) yang fokus pada efektivitas operasional telah menjadi perhatian para peneliti seperti Djohar *et al.* [4], Hadiguna *et al.* [8, 10], Machfud [16]. Selanjutnya, isu keberlanjutan telah menjadi perhatian serius para pelaku industri minyak sawit. Isu keberlanjutan (*sustainable*) yang meliputi aspek lingkungan, aspek sosial dan aspek ekonomi telah menjadi isu strategis secara global. Menurut Beamon [1], isu keberlanjutan sangat penting dalam manajemen rantai pasok untuk menjamin keberlangsungan bisnis. Menurut Widodo [27] dan Widodo *et al.* [29], hal ini penting diperhatikan karena berkaitan dengan dampak dari kedinamisan, ketidakpastian, dan pertentangan tujuan ekologi, ekonomi, dan sosial.

Sebagai negara produsen minyak sawit terbesar di dunia, produksi minyak sawit Indonesia selalu mendapatkan hambatan politik ekonomi atau non tarif dari beberapa negara. Misalnya, Australia yang menetapkan Undang-Undang *Food Standards Amendment (Truth in Labeling - Palm Oil)* tahun 2011. Situasi ini menjadi ancaman terhadap daya saing minyak sawit produksi Indonesia (<http://www.indonesiainancetoday.com>). Pemerintah mengelola ancaman ini dengan mengeluarkan standar kelestari-

an minyak sawit Indonesia (*Indonesian Sustainable Palm Oil*, ISPO) pada Maret 2011. (<http://health.kompas.com>).

Risiko yang dipicu dari isu keberlanjutan perlu dikelola dengan baik untuk menjamin kontinuitas pasokan ke negara Eropa seperti Spanyol dan Perancis. Selama ini, Spanyol mengimpor kelapa sawit dan kedelai dari Argentina. Laporan Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian Kementerian Pertanian RI (<http://pphp.deptan.go.id>) menjelaskan bahwa ekspor minyak sawit Indonesia ke Uni Eropa, pada 2008 mencapai 4,36 juta ton dengan kisaran harga per ton US\$626 (US\$2,73 miliar) kemudian naik menjadi 4,79 juta ton dengan kisaran harga per ton US\$454 (US\$2,16 miliar) pada 2009 dan 4,06 juta ton pada 2010 dengan kisaran harga per ton berkisar US\$643 (US\$2,61 miliar). Salah satu hambatan ekspor ke Spanyol adalah penerapan *EU Renewable Directive* yang berpotensi sebagai hambatan non-tarif dalam perdagangan.

Uraian di atas menunjukkan bahwa isu keberlanjutan merupakan situasi yang kompleks sehingga memicu munculnya risiko yang perlu dikelola secara sistematis. Kemunculan risiko tidak terlepas dari kinerja operasional yang berdampak pada tingkat strategis. Menurut Sabri dan Beamon [19], integrasi manajemen rantai pasok tingkat strategis dan operasional secara simultan sangat penting dilakukan. Di samping itu, risiko yang dipicu isu keberlanjutan memungkinkan terjadinya multi tafsir sebagaimana dinyatakan Blengini dan Shield [2], Carter dan

¹ Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Andalas. Limau Manis, Padang 25163, Indonesia.
Email: hadiguna@ft.unand.ac.id

* Penulis korespondensi

Rogers [3], Sikdar [23]. Praktek rantai pasokan yang berkelanjutan patut memperhatikan beragam proses diantara pengadaan yang bertanggung jawab, pemantauan produk, etika organisasi, dan operasi berkelanjutan menurut Wagner dan Svensson [28].

Upaya menjawab permasalahan isu keberlanjutan dalam rantai pasok minyak sawit adalah penilaian risiko keberlanjutan dan mitigasinya. Beberapa studi sebelumnya antara lain tinjauan berbagai model kuantitatif untuk mengelola risiko rantai pasok diantaranya oleh Faisal [5] dan Tang [25], stabilitas kerjasama dinamis antar mitra dalam rantai pasok oleh Khan dan Burnes [14], pengaruh perubahan iklim terhadap keamanan produk pangan oleh Jacxsens *et al.* [13]. Berdasarkan beberapa studi tersebut, penilaian berfokus hanya pada prediksi kejadian yang mengganggu, bukan akar penyebab ketidakpastian yang dinyatakan oleh Trkman dan McCormack [24]. Dalam konteks rantai pasok minyak sawit, risiko ketidakpastian berkelanjutan bersumber dari aspek ekonomi, lingkungan dan sosial politik. Akar ketidakpastian dapat dideteksi melalui kinerja periode-periode saat ini atau sebelumnya.

Beberapa penelitian terdahulu belum mempertimbangkan hal ini. Penilaian risiko berbasis kinerja rantai pasok minyak sawit berkelanjutan menjadi kunci penting untuk setiap tingkatan keputusan. Para pengambil keputusan membutuhkan sebuah alat bantu dalam proses penilaian risiko berkelanjutan. Tujuan studi adalah membangun model yang berkemampuan melakukan penilaian risiko berbasis kinerja untuk rantai pasok minyak sawit berkelanjutan. Urgensi penelitian ini adalah kebutuhan terhadap sebuah alat analisis yang komprehensif untuk dimanfaatkan oleh pembuat kebijakan dalam pengelolaan sistem industri minyak sawit berkelanjutan.

Sistem Rantai Pasok Minyak Sawit

Supply chain management (SCM) atau manajemen rantai pasok minyak sawit merupakan salah satu sistem kompleks yang sangat menarik dipelajari. Manajemen rantai pasok minyak sawit belum banyak mendapatkan perhatian dari para peneliti. Dalam dekade terakhir, fokus para peneliti kelapa sawit lebih diarahkan pada pengembangan peralatan. Dari aspek budidaya, upaya yang terus menerus dilakukan adalah meningkatkan produktivitas. Hal ini tentunya perlu diiringi manajemen operasional yang handal sehingga produksi yang dihasilkan mampu memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang berkepentingan. Ekonomi industri minyak sawit mentah masih menjadi perhatian utama para peneliti. Isu-isu yang terkait dengan

manajemen risiko rantai pasok *green* belum banyak mendapatkan perhatian.

Hadiguna *et al.* [8] telah memperkenalkan sebuah model konseptual dari manajemen rantai pasok minyak sawit. Pada dasarnya, model konseptual ini menjelaskan aktivitas-aktivitas kunci dan keterkaitannya dalam sebuah sistem koordinasi rantai pasok. Aktivitas-aktivitas kunci tersebut membutuhkan tata kelola yang baik untuk mendapatkan praktik manajemen rantai pasok yang andal. Model-model dari beberapa aktivitas kunci tersebut yang telah dikembangkan antara lain Hadiguna dan Machfud [9] yang mengembangkan model perencanaan produksi minyak sawit. Model dikembangkan menggunakan *fuzzy* program linear yang bermanfaat untuk optimasi produksi minyak sawit. Hadiguna [10] juga mengembangkan sebuah model persediaan minyak sawit di tangki timbun pelabuhan. Model ini bermanfaat untuk menjamin ketersediaan produk sesuai dengan jadwal kedatangan kapal. Pengembangan model dengan menerapkan *fuzzy* kuantitas ukuran ekonomis yang dimodifikasi. Lanjutan dari model persediaan ini adalah perancangan sistem pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Machfud *et al.* [16]. Model ini sangat membantu pengambil keputusan dalam perencanaan dan pengendalian persediaan dalam rangka memenuhi tingkat pelayanan yang telah ditetapkan.

Penelitian lainnya yang membahas rantai pasok minyak sawit adalah Widodo *et al.* [29] yang mengembangkan model dinamika sistem dengan mempertimbangkan aspek pendapatan, kesejahteraan sosial dan lingkungan. Penelitian ini memberi perhatian terhadap kebijakan peningkatan produktivitas perkebunan dan dampaknya terhadap lingkungan. Widodo [27] juga membahas manajemen rantai pasok minyak sawit dengan mempertimbangkan keberadaan industri furnitur. Model ini dikembangkan menggunakan dinamika sistem untuk mendapatkan kondisi terbaik peningkatan produktivitas perkebunan kelapa sawit dengan memanfaatkan limbah kelapa sawit untuk bahan baku industri furnitur. Djohar *et al.* [4] juga mengembangkan model dinamika sistem untuk merumuskan skenario peningkatan daya saing minyak sawit melalui manajemen rantai pasok.

Penilaian Risiko Keberlanjutan

Penilaian risiko rantai pasok merupakan bagian yang penting untuk menjamin kelangsungan bisnis. Dampak dari terjadinya risiko adalah kerugian baik dari sisi kehilangan pendapatan maupun pencitraan perusahaan atau produk yang menurun. Penilaian risiko menjadi penting untuk mengukur dampak yang akan terjadi dan perusahaan dapat mengantisipasi.

Tabel 1. Ringkasan Studi Penilaian risiko Rantai Pasok

Model	Pembahasan
Formulasi matematik [12, 21]	Jaringan rantai pasok, termasuk inventori, profit, dan biaya total
Simulasi [6, 26]	Kualitas dan kuantitas produk
Uji statistik [7,15,30]	Analisa faktor-faktor risiko

Penelitian pengembangan metode penilaian risiko rantai pasok masih terus dilakukan dan umumnya memberi perhatian kepada penerapan metode-metode pengambilan keputusan kriteria majemuk. Perkembangan studi penilaian risiko rantai pasok dapat dikategorikan *sustainable* dan *non-sustainable*. Kategori *sustainable* artinya mempertimbangkan isu-isu keberlanjutan termasuk aspek ekonomi, sosial dan lingkungan. *Non-sustainable* hanya fokus pada aspek-aspek ekonomis seperti total biaya, mutu dan waktu.

Beberapa publikasi penilaian risiko rantai pasok *green* antara lain Sarkis penerapan *analytical network process* (ANP) untuk menilai risiko rantai pasok *green* oleh Sarkis [20]. Studi ini memperkenalkan atribut-atribut *green supply chain* yang bersifat umum untuk industri manufaktur dan menjelaskan cara kerja dari ANP. Studi lainnya adalah membangun sebuah metodologi penilaian risiko rantai pasok *green* menggunakan *fuzzy* AHP oleh Yang dan Li [32]. Studi yang telah dilakukan ini fokus pada cara penentuan prioritas dari jenis-jenis risiko rantai pasok *green*. Keunggulan dari studi ini hanya kemampuan penentuan prioritas tetapi belum teruji untuk penilaian risiko rantai pasok industri minyak sawit.

Studi penerapan ANP lainnya dalam penilaian risiko rantai pasok berdasarkan *life cycle* dari proses dan produk oleh Xia dan Chen [31]. Metode yang dikembangkan ini bertujuan untuk mendapatkan indikator-indikator kritikal dari operasional rantai pasok. Model matematik pemilihan pemasok dari sistem rantai pasok *green* dikembangkan oleh Yeh dan Chuang [33] untuk multi tahap dan setiap tahap melakukan proses pemilihan pemasok. Formulasi matematik diselesaikan menggunakan algoritma genetika. Ada empat indikator yang diformulasikan menjadi fungsi obyektif yaitu biaya total, waktu total, kualitas produk dan kepedulian lingkungan. Model ini untuk pemilihan pemasok melalui penanganan risiko dari setiap alterantif pemasok. Ringkasan beberapa studi penilaian risiko rantai pasok dapat dilihat pada Tabel 1.

Studi ini akan membahas sebuah konsep baru yaitu penilaian risiko berbasis kinerja. Penilaian risiko berorientasi pada periode akan datang, sedangkan

pengukuran kinerja berorientasi pada periode masa lalu. Makalah pada beberapa studi sebelumnya menyajikan penilaian risiko dan pengukuran kinerja masing-masing secara berdiri sendiri (*stand alone*).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan sistem dengan tahapan penelitian sebagai berikut: pertama, tahap pemahaman situasi nyata. Pada tahapan ini dilakukan studi lapang, pustaka dan diskusi perihal isu-isu keberlanjutan di industri kelapa sawit nasional.

Kedua, tahap identifikasi dan formulasi indikator-indikator berdasarkan tiga aspek yaitu ekonomis, lingkungan dan sosial politik. Proses ini dilakukan dengan cara berdiskusi dengan para akademisi, praktisi dan hasil-hasil penelitian yang relevan dengan isu minyak sawit berkelanjutan. Hasil identifikasi dijamin berdasarkan analisis logika. Proses ini dilakukan dengan mempelajari pengertian dari setiap indikator yang diperoleh dari pendapat para pakar. Tujuan penjaringan adalah menjamin tidak ada *overlapping* antar indikator dan pengelompokan berdasarkan tiga aspek keberlanjutan yang digunakan dalam studi ini.

Ketiga, tahap perumusan algoritma dan komputasi. Tahap ini bertujuan menghasilkan algoritma penilaian kinerja, penilaian risiko dan integrasinya. Algoritma diimplementasikan menggunakan bahasa program komputer MATLAB R2009b. Proses perhitungan yang digunakan dalam studi ini merujuk pada konsep *non numeric multi criteria decision making* oleh Yager [34]. Kinerja dinilai berdasarkan beberapa tingkatan, yaitu sangat baik, baik, cukup baik, biasa, kurang baik, sangat kurang baik, Buruk. Penilaian risiko juga menggunakan linguistik yang terdiri dari tingkatan, yaitu tidak ada dampak, sangat kurang berdampak, kurang berdampak, berdampak biasa, cukup besar dampaknya, besar dampaknya, sangat besar dampaknya.

Keempat, tahap pengumpulan data yang merupakan bagian dari proses verifikasi model. Pengumpulan data menggunakan kuesioner dan disebarkan kepada 15 orang pakar. Pakar dalam studi ini adalah orang yang mempunyai pengetahuan dan pengalaman baik secara akademik ataupun praktis di bidang industri kelapa sawit. Para pakar yang dihubungi berlatar belakang pendidikan S2 dan S3 dan punya pengalaman penelitian atau praktisi dibidang industri kelapa sawit.

Kelima, tahap analisis kebijakan. Proses ini dibangun melalui basis aturan yang menghubungkan

antara nilai risiko dan kumpulan penyelesaian. Data yang diperoleh dari pakar diolah untuk mendapatkan nilai kinerja dan tingkat risiko.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan Pemangku Kepentingan

Analisis kebutuhan para pemangku kepentingan dilakukan berdasarkan ukuran kepuasan dan kontribusi oleh Neely *et al.* [18]. Analisis dilakukan dengan merujuk pada naskah akhir interpretasi nasional prinsip dan kriteria untuk produksi minyak sawit berkelanjutan Republik Indonesia atau *Roundtable on Sustainable Palm Oil Indonesian National Interpretation Working Group* (RSPO INA-NIWG). Secara umum *stakeholders satisfaction* sebagai berikut:

Konsumen (*Fast, Right, Cheap, Easy*): Kualitas CPO (*sustainable CPO*). Harga yang kompetitif. Kemudahan dalam administrasi.

Employee (Purpose, Care, Skill, Pay): Pemberian upah yang sesuai atau paling tidak memenuhi standar minimum industri atau hukum, dan cukup untuk memenuhi kebutuhan dasar pekerja (kriteria 6.5). Tersedia fasilitas perumahan, air bersih, kesehatan, pendidikan dan kesejahteraan yang memadai (kriteria 6.5). Diperbolehkan adanya serikat kerja dan hak untuk berkumpul dan mengeluarkan pendapat (kriteria 6.6). Perusahaan tidak terlibat atau mendukung diskriminasi berbasis ras, kasta, kebangsaan, agama, ketidakmampuan fisik, gender, orientasi seksual, keanggotaan serikat, afiliasi politik atau umur (kriteria 6.8). Pencegahan pelecehan seksual dan berbagai bentuk kekerasan terhadap perempuan dan untuk melindungi hak reproduksi mereka dikembangkan dan diaplikasikan di lingkungan kerja (kriteria 6.9). Jaminan kesehatan dan keselamatan kerja (kriteria 4.7). Pelatihan *skill* karyawan untuk bekerja dan menyelamatkan diri (kriteria 4.8).

Investor berupa *return, reward, figures, faith* (Prinsip 3): Peningkatan keuntungan. Peningkatan *skill* karyawan. Minimasi biaya operasional. Kemudahan pengawasan dan perkembangan usaha (seluruh hasil terukur didokumentasikan dengan baik). Perbaikan terus-menerus pada wilayah-wilayah utama aktifitas (kriteria 8.1).

Supplier (Profit, Growth, Opinion, Trust): Perkebunan dan pabrik berurusan adil dan transparan (kriteria 6.10). Pembayaran tepat waktu. Administrasi yang mudah. Kelangsungan kerjasama yang baik.

Regulator (*Legal, Fair, Safe, True*): Pemenuhan terhadap seluruh persyaratan hukum yang berlaku yang mencakup peraturan tentang penguasaan tanah dan hak atas tanah, tenaga kerja, praktek-praktek pertanian (misalnya penggunaan pestisida atau bahan-bahan kimia), lingkungan (misalnya UU tentang satwa liar, polusi, pengelolaan lingkungan, dan kehutanan), tempat penyimpanan, transportasi dan proses pengolahan, perundang-undangan yang dikeluarkan di bawah UU atau konvensi internasional misalnya Konvensi Keanekaragaman Hayati, CBD (Prinsip 2). Memberi citra positif.

Masyarakat: Kontribusi terhadap pembangunan masyarakat lokal (kriteria 6.11). Adanya transparansi data, komunikasi, konsultasi, sistem penanggapan keluhan, prosedur kompensasi dan negosiasi (kriteria 6.2, 6.3, 6.4).

Selanjutnya, analisis terhadap *stakeholders contribution* dapat diuraikan sebagai berikut:

Konsumen (*Profit, Growth, Opinion, Trust*): Memberikan keuntungan berupa profit bagi perusahaan. Membantu mempromosikan perusahaan terkait *sustainable*.

Employee (Hands, Hearths, Minds, Voice): Melakukan pelayanan informasi kepada *stakeholder* berkaitan isu lingkungan, sosial, dan hukum (kriteria 1.1 dan 1.2). Melakukan rencana replanting tahunan untuk minimum 5 tahun ke depan yang setiap tahun dilakukan kaji ulang (kriteria 3.1). Mendokumentasikan prosedur operasi kebun dan pabrik (kriteria 4.1). Melakukan praktek mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah (kriteria 4.2). Melakukan meminimalisasi dan mengendalikan erosi dan degradasi tanah (kriteria 4.3). Mempertahankan kualitas dan ketersediaan air permukaan dan air tanah (kriteria 4.4). Menerapkan teknik Pengendalian Hama Terpadu atau PHT (kriteria 4.5). Mengurangi/mencegah dampak negatif dan mendorong dampak positif (kriteria 5.1). Mengidentifikasi spesies langka, terancam dan hampir punah dengan nilai konversi tinggi (kriteria 5.2). Mengurangi, mendaur ulang dan membuang limbah dengan cara yang tepat (kriteria 5.3). Efisiensi energi dan memaksimalkan penggunaan energi terbarukan (kriteria 5.4). Menghindari penggunaan api untuk pemusnahan limbah atau pembukaan lahan (kriteria 5.5). Mengurangi pencemaran dan emisi, termasuk gas rumah kaca (kriteria 5.6).

Investor (*Capital, Credit, Risk, Support*): Menyediakan modal. Memperhatikan perkembangan usaha. Menyediakan lapangan kerja.

Tabel 2. Struktur indikator-indikator risiko

Aspek	Indikator-indikator
Ekonomis	E1. Volume permintaan
	E2. Harga minyak sawit mentah
	E3. Harga tandan buah segar
	E4. Kualitas minyak sawit mentah
	E5. Ketepatan jadwal pengiriman minyak sawit
	E6. Ketersediaan minyak sawit mentah
	E7. <i>Losses</i>
	E8. Biaya pengolahan
	E9. Distorsi informasi permintaan
Lingkungan	L1. Konsumsi energi
	L2. Pengolahan limbah bernilai tambah
	L3. <i>Reuse and recycle material</i>
	L4. Ancaman bencana alam
	L5. <i>Remanufacturing</i>
	L6. Kualitas lahan
	L7. Penerapan teknologi ramah lingkungan non-pengolahan
Sosial	S1. Mogok kerja buruh
	S2. Unjuk rasa masyarakat
	S3. Perundangan lingkungan hidup
	S4. Budaya lokal
	S5. Serangan kriminal

Supplier (Fast, Right, Cheap, Easy): Melakukan pengiriman tepat waktu. Komitmen terhadap kualitas. *Regulator (Rules, Reason, Clarity, Advise):* Mendapatkan perlindungan keamanan dalam menjalankan usaha. Ketepatan waktu dalam pengajuan permohonan perijinan. Melakukan pengecekan terhadap pemenuhan hukum.

Masyarakat: Menjaga keamanan lingkungan sekitar perusahaan. Mempromosikan kepedulian sosial perusahaan.

Model Pengukuran Kinerja

Analisis kebutuhan para pemangku kepentingan dapat diformulasikan menjadi kumpulan indikator yang diperlukan dalam penilaian risiko dan pengukuran kinerja. Indikator-indikator diformulasikan berdasarkan tiga aspek yaitu ekonomis, lingkungan dan social. Hasil formulasi indikator-indikator dapat dilihat pada Tabel 2.

Ada dua jenis ukuran kinerja yang diformulasikan yaitu kinerja parsial dan kinerja keseluruhan berdasarkan *key performance indicators* (KPI). Adapun formulasi matematika untuk kedua jenis ukuran kinerja sebagai berikut:

$$PP_i = \sum_j w_{ij} \cdot s_{ij} \quad \forall i \quad (1)$$

$$TP = \sum_i \sum_j w_{ij} \cdot s_{ij} \quad \forall i \quad (2)$$

Notasi sebagai berikut:

PP_i : ukuran kinerja parsial (*partial performance*) untuk obyektif ke- i

TP : ukuran kinerja total (*total performance*)

w_{ij} : bobot (weight) untuk KPI ke- j dan obyektif ke- i

s_{ij} : skor untuk KPI ke- j dan obyektif ke- i

i : indeks untuk obyektif

j : indeks untuk KPI

Formulasi penentuan ukuran kinerja dapat diselesaikan menggunakan algoritma komputasi sebagai berikut:

Tetapkan bobot dan capaian dari setiap indikator. Hitung nilai *score* untuk setiap KPI untuk periode t dan simpan dalam *database*.

Hitung pencapaian setiap KPI dengan cara membandingkan capaian dengan target yang telah ditetapkan. Simpan hasil di dalam *database*. Dapatkan *score* untuk setiap indikator berdasarkan interval capaian yang telah ditetapkan. Simpan di dalam *database*.

Hitung PP_i untuk periode t dan simpan dalam *database*. Panggil bobot untuk setiap KPI dari obyektif ke i . Panggil skor untuk setiap KPI dari obyektif ke i . Hitung hasil kali w_{ij} dan s_{ij} untuk j . Jumlahkan hasil kali. Simpan di *database*.

Hitung TP untuk periode t dan simpan dalam *database*. Panggil bobot setiap KPI dari *database*. Panggil PP_i dari *database*. Hitung hasil kali w_{ij} dan s_{ij} untuk i . Simpan di dalam *database*.

Ulangi perhitungan pencapaian setiap KPI jika bobot KPI dan obyektif tidak berubah. Jika tidak, maka tetapkan bobot dan capaian dari setiap indikator.

Model Penilaian Risiko

Teknik penilaian risiko yang dikembangkan terdiri dari dua bagian, pertama adalah penilaian kemungkinan risiko dan kedua adalah penilaian terhadap dampak atau kekerasan risiko. Agregasi tingkat risiko adalah perkalian antara kemungkinan risiko dan kekerasan risiko. Algoritma dikembangkan berdasarkan operator *ordered weighted average* oleh Yager [34]. Rumusan algoritma sebagai berikut:

Tetapkan banyak pakar penilai risiko (r) dan banyak titik-titik skala penilaian (q) dimana $r = 1, 2, \dots, m$; $q = 1, 2, \dots, n$. Selanjutnya Berikan penilaian kemungkinan risiko oleh setiap pakar $k = 1, 2, \dots, r$ untuk seluruh pemicu risiko i . Berikan

penilaian dampak risiko oleh setiap pakar k untuk seluruh pemicu risiko i .

Hitung nilai agregasi dari seluruh pakar untuk kemungkinan risiko dan dampak risiko untuk setiap pemicu risiko. Langkah-langkah agregasi nilai sebagai berikut:

Lakukan *reordering* nilai-nilai berdasarkan nilai skala tertinggi ke skala terendah, $B(j)$ untuk setiap indikator ke- j dimana $j = 1, 2, \dots, r$.

Definisikan fungsi perataan aritmatik $Q_A(j)$ untuk setiap indikator j menggunakan:

$$Q_A(j) = \text{Intejer} \left[1 + k \frac{q-1}{r} \right]$$

Bandingkan $Q_A(j)$ dan $B(j)$. Pilih nilai minimum. Dapatkan nilai agregasi yaitu $\text{Max}[\text{Min}\{Q_A(j), B(j)\}]$ untuk setiap $j = 1, 2, \dots, r$

Ulangi proses agregasi ini untuk mendapatkan nilai agregasi tingkat faktor.

Tempatkan nilai agregasi kemungkinan risiko setiap faktor-faktor risiko sebagai P_i dan dampak risiko dari setiap faktor-faktor risiko sebagai I_i . Tetapkan negasi dari I_i sebagai $\text{Neg}(I_i)$. Dapatkan nilai agregasi akhir sebagai $\text{Min}[\text{Max}\{\text{Neg}(I_i), P_i\}]$

Rekomendasi Pengelolaan Risiko

Tingkat risiko yang diperoleh dari hasil penilaian akan ditindak lanjuti sebagai rencana aksi. Studi ini menggunakan hasil studi sebelumnya oleh Haryana *et al.* [11] yang telah merumuskan kebijakan dan strategi berkelanjutan industri kelapa sawit di Indonesia. Rumusan tersebut dirujuk sebagai basis pengetahuan dalam model yang dikembangkan. Basis pengetahuan ini dipandang sebagai kumpulan penyelesaian layak dasar (*basic feasible solutions*). Kumpulan penyelesaian sebagai berikut:

- P1. Pembentukan klaster industri kelapa sawit.
- P2. Pengembangan jaringan infrastruktur secara terintegrasi.
- P3. Insentif fiskal bea masuk untuk peralatan dan mesin-mesin.
- P4. Alokasi kredit bersubsidi bunga untuk investasi dan modal kerja pengembangan industri hilir.
- P5. Insentif bea keluar untuk ekspor produk hilir dan produk samping.
- P6. Disinsentif bea keluar untuk ekspor bahan mentah dengan tetap memperhatikan keberadaan industri hulu.
- P7. Pemberian disinsentif diberlakukan terhadap pelanggaran kelapa sawit berkelanjutan.
- P8. Peningkatan anggaran dan investasi litbang.

- P9. Kerjasama penelitian dan pengembangan antara pemerintah, swasta dan lembaga penelitian termasuk perguruan tinggi.
- P10. Perumusan agenda riset pengembangan komoditas kelapa sawit untuk memenuhi kebutuhan pangan (minyak goreng), pakan, bahan bakar dan serat, penelitian pengembangan daya saing.
- P11. Penyediaan dan pemberian informasi oleh lembaga-lembaga pemerintah pusat dan daerah tentang perkebunan dan industri pengolahan kelapa sawit.
- P12. Respon kebijakan kontra kampanye negatif terhadap kelapa sawit dengan memanfaatkan fakta dan hasil penelitian tentang kelapa sawit.
- P13. Meningkatkan intensitas promosi dan advokasi dalam menghadapi kampanye negatif terhadap kelapa sawit.
- P14. Menggunakan *Indonesian Sustainable Palm Oil* (ISPO) sebagai alat promosi, advokasi dan kampanye publik untuk memperkuat posisi tawar kelapa sawit Indonesia.
- P15. Sosialisasi dan pelatihan penerapan prinsip dan kriteria berkelanjutan terutama kepada petani.
- P16. Monitoring dan evaluasi penerapan prinsip dan kriteria berkelanjutan.
- P17. Fasilitasi promosi, advokasi dan kampanye positif bahwa pembangunan perkebunan di Indonesia telah menerapkan prinsip dan kriteria pembangunan kelapa sawit berkelanjutan.
- P18. Kerjasama kemitraan antara perusahaan perkebunan dan industri pengolahan kelapa dengan masyarakat sekitar/petani untuk mengembangkan perkebunan rakyat.
- P19. Penguatan SDM bidang kelembagaan petani, baik dari pihak petani maupun perusahaan.
- P20. Modifikasi program revitalisasi perkebunan kelapa sawit melalui penyediaan fasilitas kredit tanpa jaminan, terutama untuk peremajaan perkebunan kelapa sawit rakyat.
- P21. Pemberian subsidi bunga sehingga tingkat bunga kredit menjadi murah dan terjangkau oleh petani.
- P22. Penyediaan tenaga pendamping dalam penerapan inovasi teknologi dan kelembagaan.
- P23. Penyediaan lahan bagi petani untuk menguasai lahan-lahan terlantar atau lahan lain sesuai ketentuan perundang-undangan yang berlaku.
- P24. Pemberdayaan dan penguatan kelembagaan petani sehingga kelembagaan petani mempunyai status hukum yang pasti.
- P25. Sosialisasi dan pelatihan kepada petani tentang penerapan berbagai teknologi, termasuk tentang bibit palsu, dalam rangka pembangunan kelapa sawit berkelanjutan.
- P26. Penerapan model peremajaan kelapa sawit yang telah memperhitungkan kebutuhan tek-

- nologi, modal dan manajemen peremajaan terutama bagi perkebunan kelapa sawit rakyat.
- P27. Pengembangan layanan penunjang agribisnis kelapa sawit, seperti penyediaan teknologi, sarana produksi (pupuk organik dan non-organik serta obat-obatan) dan prasarana (alat dan mesin), serta informasi agribisnis terutama bagi perkebunan kelapa sawit rakyat.
 - P28. Penerapan kerjasama kemitraan antara lembaga petani dan perusahaan yang efektif dan berkeadilan sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU Kemitraan, UU Larangan Praktek Monopoli dan Persaingan Tidak Sehat dan Aturan-aturan Pelaksanaannya).
 - P29. Fasilitasi pengembangan kelembagaan petani melalui pertumbuhan dari bawah dan mampu menampung kepentingan para petani anggotanya dan pengembangan kegiatan usaha.
 - P30. Pengembangan sistem manajemen penerapan hukum dan perizinan pembangunan kelapa sawit berkelanjutan dengan menerapkan indikator dan persyaratan yang jelas dan tertib.
 - P31. Percepatan padu serasi antara Tata Guna Hutan Kesepakatan (TGHK) dengan Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) semua tingkatan.
 - P32. Percepatan pelepasan kawasan hutan untuk hutan bagi areal penggunaan lain (APL) sesuai perundang-undangan yang berlaku termasuk moratorium hutan disertai penguatan hukum dalam implementasinya.
 - P33. Pemberian izin perluasan kebun diberlakukan untuk perusahaan yang menerapkan pembangunan berkelanjutan.
 - P34. Perluasan lahan hanya diijinkan bila produktivitas kebun sudah mencapai titik optimal.
 - P35. Perluasan dilakukan dengan memanfaatkan lahan pertanian terlantar.

Kerangka Kerja Sistem

Sistem beroperasi dengan prosedur menggunakan masukan non-numerik. Sistem ini menggunakan proses pengambilan keputusan berkelompok dengan pertimbangan bahwa perumusan kebijakan melibatkan beragam pihak. Pendekatan ini dianggap tepat untuk melakukan penilaian risiko berbasis kinerja. Sistem yang diusulkan ini berkemampuan memberikan penilaian operasional, taktis dan strategis. Kerangka kerja model terdiri dari beberapa langkah, yaitu:

Tetapkan banyak pemangku kepentingan yang dilibatkan dalam proses penilaian. Pemangku kepentingan inilah yang akan menilai bobot dampak risiko untuk setiap indikator. Selanjutnya proses komputasi untuk agregasi dampak risiko dapat dilakukan, sehingga setiap pemangku kepentingan

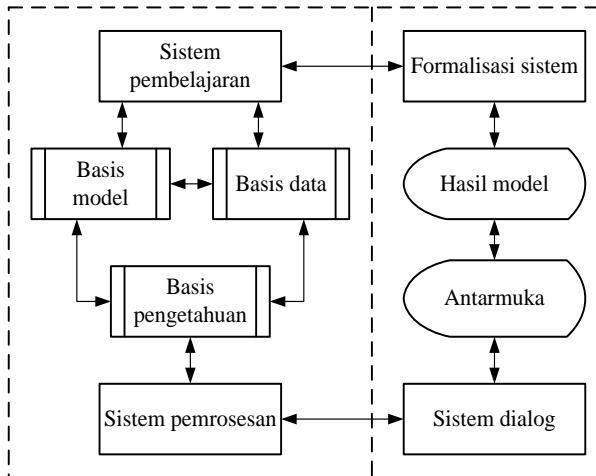
dapat memberikan penilaian kinerja rantai pasok berdasarkan indikator-indikator yang telah ditetapkan. Lakukanlah proses komputasi untuk agregasi kinerja, proses komputasi untuk tingkat risiko dan proses basis aturan untuk penentuan kebijakan. Melalui hasil perhitungan tersebut maka rekomendasi kebijakan dapat diusulkan. Lakukan lagi penilaian kinerja rantai pasok oleh setiap pemangku kepentingan untuk periode penilaian berikutnya.

Kerangka kerja penilaian risiko berbasis kinerja yang diusulkan dapat memainkan peran penting dalam proses pembuatan kebijakan, antisipasi krisis dan deteksi dini. Sistem ini memungkinkan pemangku kepentingan untuk menavigasi sejumlah besar informasi secara cepat dan mengakomodir perbedaan pendapat antara berbagai pihak yang terlibat. Selain itu, sistem ini dapat mengeksplorasi keterkaitan antara faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keputusan. Kerangka kerja dari sistem dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisis Risiko Rantai Pasok di Indonesia

Kinerja rantai pasok minyak sawit berkelanjutan tidak terlepas dari kepentingan ekonomis. Menurut Manurung [17] jenis-jenis biaya pengelolaan perkebunan kelapa sawit merupakan penjumlahan dari semua pengeluaran dalam kurun waktu satu tahun tertentu, untuk melaksanakan kegiatan tertentu, sesuai dengan jadwal pelaksanaan kegiatan. Biaya-biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam pelaksanaan kegiatan proyek di antaranya adalah: (i) mendapatkan Hak Guna Usaha (HGU) lahan perkebunan kelapa sawit, (ii) investasi tanaman kelapa sawit, (iii) pemeliharaan tanaman, (iv) pemanenan TBS, (v) pemupukan, (vi) pengangkutan TBS ke pabrik pengolahan, (vii) investasi pembangunan pabrik, (viii) biaya pengolahan TBS menjadi CPO dan KPO, (ix) biaya pengangkutan CPO dan KPO dari lokasi PKS ke pelabuhan ekspor, (x) biaya *overhead*, dan (xi) biaya depresiasi.

Rangkaian kegiatan rantai pasok memberikan kontribusi terhadap tiga aspek keberlanjutan. Tentunya, upaya peningkatan kinerja minyak sawit berkelanjutan dapat dievaluasi melalui kumpulan indikator. Hasil penilaian kinerja minyak sawit berkelanjutan dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil penilaian diperoleh melalui pendapat para pakar baik yang terkait dengan capaian maupun standar penilaian. Aplikasi dari model yang dikembangkan dalam studi ini adalah manajemen rantai pasok secara makro. Model ini juga dapat diterapkan untuk sistem rantai pasok skala mikro misalnya manajemen rantai pasok pada perusahaan perkebunan kelapa sawit. Hasil dari kinerja pada Tabel 3 mencerminkan kinerja rantai pasok minyak sawit berkelanjutan di Indonesia.



Gambar 1. Kerangka kerja sistem

Table 3. Kinerja minyak sawit berkelanjutan di Indonesia

Aspek	Indikator-indikator	Kinerja
Ekonomis	Volume permintaan	Cukup baik
	Harga minyak sawit mentah	Biasa
	Harga tandan buah segar	Biasa
	Kualitas minyak sawit mentah	Cukup baik
	Ketepatan jadwal pengiriman minyak sawit	Cukup baik
	Ketersediaan minyak sawit mentah	Cukup baik
	Losses	Biasa
	Biaya pengolahan	Biasa
	Efek <i>bullwhip</i>	Biasa
Lingkungan	Konsumsi energi	Biasa
	Pengolahan limbah bernilai tambah	Biasa
	<i>Reuse and recycle</i>	Biasa
	Ancaman bencana alam	Kurang baik
	<i>Remanufacturing</i>	Biasa
	Kualitas lahan	Biasa
	Penerapan teknologi <i>green non-pengolahan</i>	Biasa
Sosial	Mogok kerja buruh	Biasa
	Unjuk rasa masyarakat	Kurang baik
	Perundangan lingkungan hidup	Biasa
	Budaya lokal	Biasa
	Serangan kriminal	Biasa

Proses pengukuran risiko dapat dilakukan dengan cara melihat potensial terjadinya seberapa besar *severity* (kerusakan) dan probabilitas terjadinya risiko tersebut. Penentuan probabilitas terjadinya suatu kejadian sangatlah subyektif dan lebih berdasarkan nalar dan pengalaman. Beberapa risiko memang mudah untuk diukur, namun sangatlah sulit untuk memastikan probabilitas suatu kejadian yang sangat jarang terjadi. Pada tahap ini sangat

penting untuk menentukan dugaan yang terbaik supaya dapat dilakukan penentuan prioritas dengan baik. Kesulitan dalam pengukuran risiko adalah menentukan kemungkinan terjadi suatu risiko karena informasi statistik tidak selalu tersedia untuk beberapa risiko tertentu. Selain itu, mengevaluasi dampak *severity* (kerusakan) seringkali cukup sulit untuk asset *intangible*. Dampak adalah efek biaya, waktu dan kualitas yang dihasilkan suatu risiko. Penilaian dampak risiko keberlanjutan dari minyak sawit mentah di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 4.

Rekomendasi Kebijakan untuk Indonesia

Pada dasarnya, pengelolaan industri minyak sawit mentah dapat dilakukan dengan kebijakan yang efektif baik secara ekonomis, ramah lingkungan dan sosial budaya. Lebih daripada itu, penciptaan peluang ekonomi dari minyak sawit berkelanjutan dapat mengentaskan masyarakat pedesaan dari kemiskinan. Hal ini dapat diyakini karena permintaan terhadap produk minyak sawit dunia akan terus mengalami peningkatan. Manfaat ekonomi yang diperoleh masyarakat dari pengusahaan kebun sawit menjadi efek berganda khususnya pengentasan kemiskinan. Menurut Syaukat [22], pengelolaan kebun yang lebih baik (*better management of the plantation*) mampu menekan dampak negatif lingkungan melalui pengolahan minyak sawit berkelanjutan dan keadilan sosial harus dijamin oleh Pemerintah.

Tabel 4. Tingkat risiko keberlanjutan

Indikator-indikator	Risiko
Volume permintaan	Cukup besar
Harga minyak sawit mentah	Biasa
Harga tandan buah segar	Biasa
Kualitas minyak sawit mentah	Cukup besar
Ketepatan jadwal pengiriman minyak sawit	Cukup besar
Ketersediaan minyak sawit mentah	Cukup besar
Losses	Biasa
Biaya pengolahan	Biasa
Distorsi informasi permintaan	Cukup besar
Konsumsi energi	Biasa
Pengolahan limbah bernilai tambah	Biasa
<i>Reuse and recycle material</i>	Biasa
Bencana alam	Biasa
<i>Remanufacturing</i>	Biasa
Kualitas lahan	Biasa
Penerapan teknologi ramah lingkungan non-pengolahan	Biasa
Mogok kerja buruh	Biasa
Unjuk rasa masyarakat	Biasa
Perundangan lingkungan hidup	Biasa
Budaya lokal	Biasa
Serangan kriminal	Biasa

Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa beberapa indikator dari aspek ekonomis memberikan indikasi risiko cukup besar. Analisis kebijakan yang relevan untuk mengelola risiko beberapa indikator tersebut sebagai berikut:

Pengelolaan risiko untuk menjaga kinerja volume permintaan adalah: Pembentukan klaster industri kelapa sawit (P1). Pengembangan jaringan infrastruktur secara terintegrasi (P2). Insentif bea keluar untuk ekspor produk hilir dan produk samping (P5). Menggunakan *Indonesian Sustainable Palm Oil* (ISPO) sebagai alat promosi, advokasi dan kampanye publik untuk memperkuat posisi tawar kelapa sawit Indonesia (P14).

Pengelolaan risiko untuk menjaga kinerja kualitas minyak sawit adalah: Pemberian disinsentif diberlakukan terhadap pelanggar kelapa sawit berkelanjutan (P7). Kerjasama penelitian dan pengembangan antara pemerintah, swasta dan lembaga penelitian termasuk perguruan tinggi (P9). Penyediaan dan pemberian informasi oleh lembaga-lembaga pemerintah pusat dan daerah tentang perkebunan dan industri pengolahan kelapa sawit (P11). Meningkatkan intensitas promosi dan advokasi dalam menghadapi kampanye negatif terhadap kelapa sawit (P13). Menggunakan *Indonesian Sustainable Palm Oil* (ISPO) sebagai alat promosi, advokasi dan kampanye publik untuk memperkuat posisi tawar kelapa sawit Indonesia (P14).

Pengelolaan risiko untuk menjaga kinerja ketepatan jadwal pengiriman minyak sawit mentah kepada para konsumen adalah pengembangan jaringan infrastruktur secara terintegrasi (P2).

Pengelolaan risiko untuk menjaga kinerja ketersediaan minyak sawit mentah adalah: Pemberian subsidi bunga sehingga tingkat bunga kredit menjadi murah dan terjangkau oleh petani (P21). Penyediaan tenaga pendamping dalam penerapan inovasi teknologi dan kelembagaan (P22). Penyediaan lahan bagi petani untuk menguasai lahan-lahan terlantar atau lahan lain sesuai ketentuan perundang-undangan yang berlaku (P23). Pemberdayaan dan penguatan kelembagaan petani sehingga kelembagaan petani mempunyai status hukum yang pasti (P24). Sosialisasi dan pelatihan kepada petani tentang penerapan berbagai teknologi, termasuk tentang bibit palsu, dalam rangka pembangunan kelapa sawit berkelanjutan (P25). Penerapan model peremajaan kelapa sawit yang telah memperhitungkan kebutuhan teknologi, modal dan manajemen peremajaan terutama bagi perkebunan kelapa sawit rakyat (P26).

Pengelolaan risiko untuk mengurangi dampak distorsi informasi permintaan minyak sawit mentah

adalah: Penyediaan dan pemberian informasi oleh lembaga-lembaga pemerintah pusat dan daerah tentang perkebunan dan industri pengolahan kelapa sawit (P11). Respon kebijakan kontra kampanye negatif terhadap kelapa sawit dengan memanfaatkan fakta dan hasil penelitian tentang kelapa sawit (P12).

Simpulan

Makalah ini memperkenalkan model penilaian risiko berbasis kinerja untuk rantai pasok yang sangat bermanfaat untuk perumusan strategi baik pada tingkat perusahaan maupun secara makro. Penerapan konsep ini telah dilakukan untuk manajemen rantai pasok minyak sawit berkelanjutan di Indonesia. Studi ini mengusulkan indikator-indikator kinerja yang bermanfaat dalam penerapan ISPO. Model yang telah jelaskan dalam makalah ini fokus menilai risiko berbasis kinerja rantai pasok minyak sawit mentah berkelanjutan di Indonesia pada tingkat makro. Keluaran dari model adalah nilai-nilai kinerja dan risiko dari setiap indikator keberlanjutan. Verifikasi model dilakukan dengan menganalisis kinerja dan risiko rantai pasok minyak sawit mentah berdasarkan bantuan analisis para pakar.

Aplikasi model menunjukkan bahwa kinerja minyak sawit mentah berkelanjutan di Indonesia berada pada level biasa. Namun demikian, beberapa indikator dengan tingkat risiko cukup besar, yaitu volume permintaan, kualitas minyak sawit, ketepatan jadwal pengiriman, ketersediaan minyak sawit mentah dan distorsi informasi. Aplikasi model juga telah memberikan beberapa kebijakan untuk mengatasi risiko dari setiap indikator tersebut.

Ada dua hal yang dapat dilakukan untuk studi lanjutan, yaitu perancangan sistem penunjang keputusan yang *user friendly* dan penerapan konsep penilaian risiko berbasis kinerja untuk industri lainnya. Penerapan dapat dilakukan untuk skala mikro maupun makro. Langkah penting yang perlu diperhatikan dalam menerapkan konsep ini untuk industri lainnya adalah identifikasi indikator-indikator.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Malaysia Institute of Transport (MITRANS) Universiti Teknologi MARA, Malaysia yang telah mendukung penelitian ini dan Emilda Sayuti dalam pengumpulan data. Penulis memberikan apresiasi kepada *reviewer* yang telah memberikan saran untuk penyempurnaan naskah awal.

Daftar Pustaka

1. Beamon, B. M., Sustainability and Future of Supply Chain Management. *Journal Operations and Supply Chain Management*, 1(1), 2008, pp. 4-18.
2. Blengini, G. A., and Shields, D. J., Overview of The Building Products Supply Chain in Italy. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 21(4), 2010, pp. 477-493.
3. Carter, C., and Rogers, D. S., A Framework of Sustainable Supply Chain Management: Moving Toward New Theory, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(5), 2008, pp. 360-387.
4. Djohar S., Tanjung H., and Cahyadi, E. R., Building A Competitive Advantage on CPO Through Supply Chain Management: A Case Study in PT. Eka Dura Indonesia, Astra Agrollestari, Riau. *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, 1(1), 2003, pp. 20-32.
5. Faisal, M. N., *Prioritization of Risks in Supply Chains*. In: Managing Supply Chain Risk and Vulnerability: Tools and Methods for Supply Chain Decision Makers, editor T. Wu and J. Blackhurst., Springer Publisher, 2009, pp. 41-65.
6. Finke, G. R., Schmitt, A. J., and Singh, M., Modeling and Simulating Supply Chain Schedule Risk', B. Johansson, S. Jain, J. Montoya-Torres, J. Huan, and E. Yücesan (eds.), *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*, 2010, pp. 3472-3481.
7. Foerst, K., Reuter, C., Hartmann, E., and Blome, C., Managing Supplier Sustainability Risks in A Dynamically Changing Environment Sustainable Supplier Management in the Chemical Industry. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 16(2), 2010, pp. 118-130.
8. Hadiguna, R. A., Machfud, Eriyatno, Suryani, A., and Yandra., Manajemen Rantai Pasok Minyak Sawit Mentah. *Journal Logistic and Supply Chain Management*, 2(1), 2008, pp. 12-23.
9. Hadiguna, R. A., and Machfud. Model Perencanaan Produksi pada Rantai Pasok Crude Palm Oil dengan Mempertimbangkan Preferensi Pengambil Keputusan. *Jurnal Teknik Industri*, 10(1), 2008, pp. 38-49.
10. Hadiguna, R. A., Disain Penunjang Keputusan untuk Optimasi Persediaan Minyak Sawit Mentah dengan Pendekatan Logika Fuzzy, *Proceeding Seminar on Application and Research in Industrial Technology (SMART)*, Yogyakarta, 2009, pp. A040-A045.
11. Haryana A., Indarto, J., and Avianto, N., *Kebijakan dan Strategi dalam Meningkatkan Nilai Tambah dan Daya Saing Kelapa Sawit Indonesia secara Berkelanjutan dan Berkeadilan*, Direktorat Pangan dan Pertanian, BAPPENAS. 2010.
12. Hahn, G. J., and Kuhn, H., Value-Based Performance and Risk Management in Supply Chains: A Robust Optimization Approach, *International Journal of Production Economics*, 2011.
13. Jaccsens, L., Luning, P. A., van der Vorst, J. G. A. J., Devlieghere, F., Leemans, R., and Uyttendaele, M., Simulation Modelling and Risk Assessment as Tools to Identify the Impact of Climate Change on Microbiological Food Safety—The Case Study of Fresh Produce Supply Chain. *Food Research International*, 43(7), 2010, pp. 1925-1935.
14. Khan, O., and Burnes, B., 'Risk and Supply Chain Management: Creating A Research Agenda. *The International Journal of Logistics Management*, 18(2), 2007, pp. 197-216.
15. Laeequddin, M., Sardana, G. D., Sahay, B. S., Waheed, K. A., and Sahay, V., Supply Chain Partners' Trust Building Process Through Risk Evaluation: The Perspectives of UAE Packaged Food Industry. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(4), 2009, pp. 280-290.
16. Machfud, Eriyatno, Suryani, A., Yandra, and Hadiguna, R. A., Fuzzy Inventory Modelling of Crude Palm Oil in Port Bulk Tank, *Jurnal Industri*, 9(1), 2010, pp. 67-74.
17. Manurung, E. G. T., *Analisis Valuasi Ekonomi Investasi Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia*, US Agency for International Development, 2001.
18. Neely, A. D., Adams, C. A., and Kennerley, M., *The Performance Prism the Scorecard for Measuring and Managing Business Success*, New Jersey: Prentice Hall, 2003.
19. Sabri, E. H., and Beamon, B. M., A Multi-Objective Approach to Simultaneous Strategic and Operational Planning in Supply Chain Design, *OMEGA*, 28(5), 2000, pp. 581-598.
20. Sarkis, J., A Strategic Decision Framework for Green Supply Chain Management, *Journal of Cleaner Production*, 11(4), 2003, pp. 397-409.
21. Scheller-Wolf, A., and Tayur, S., Risk Sharing in Supply Chains using Order Bands-Analytical Results and Managerial Insights, *International Journal of Production Economics*, 121(2), 2009, pp. 715-727.
22. Syaikat, Y., Menciptakan Daya Saing Ekonomi dan Lingkungan Industri Kelapa Sawit Indonesia. *Agrimedia*, 15(1), 2010, pp. 16-19.
23. Sikdar, S. K., Sustainable Development and Sustainability Metrics, *The American Institute of Chemical Engineering Journal*, 49(8), 2003, pp. 1928-1932.
24. Trkman, P., and McCormack, K., Supply Chain Risk in Turbulent Environments – A Conceptual Model for Managing Supply Chain Network Risk, *International Journal of Production Economics*, 119(2), 2009, pp. 247-258.

25. Tang, C., Perspectives in Supply Chain Risk Management, *International Journal of Production Economics*, 103(2), 2006, pp. 451–488.
26. Vilko, J. P. P., and Hallikas, J. M., Risk Assessment in Multi Modal Supply Chains, *International Journal of Production Economics*, 2011.
27. Widodo, K. H., Sustainable Supply Chain Based Scenarios for Optimizing Trade-off between Indonesian Furniture and Crude-Palm-Oil Industries. *Operations and Supply Chain Management, An International Journal*, 3(3), 2010, pp. 176-185.
28. Wagner, B., and Svensson, G., Sustainable Supply Chain Practices: Research Propositions for the Future, *International Journal of Logistics Economics and Globalisation*, 2(2), 2010, pp. 176–186.
29. Widodo, K. H., Abdullah, A., and Arbita, K. P. D., Sistem Supply Chain Crude-Palm-Oil Indonesia dengan Mempertimbangkan Aspek Economical Revenue, Social Welfare dan Environment, *Jurnal Teknik Industri*, 12(1), 2010, pp. 47–54.
30. Weeks, K., Reverse Logistics Strategies as A Means to Improve Profitability, *International Journal of Logistics Economics and Globalisation*, 3(1), 2011, pp. 17–41.
31. Xia, D., and Chen, B., A Comprehensive Decision-Making Model for Risk Management of Supply Chain, *Expert Systems with Applications*, 38(4), 2011, pp. 4957–4966.
32. Yang, Z., and Li, J., Assessment of Green Supply Chain Risk Based on Circular Economy, *IEEE 17Th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IE&EM)*, 2010, pp. 1276 – 1280.
33. Yeh, W. C., and Chuang, M. C., Using Multi-Objective Genetic Algorithm for Partner Selection in Green Supply Chain Problems, *Expert Systems with Applications*, 38(4), 2011, pp. 4244–4253.
34. Yager, R. G., Non Numeric Multi Criteria Multi Person Decision Making, *Group Decision and Negotiation*, 2(1), 1993, pp. 81-93.

ISSN 1411-2485 (Print)
ISSN 2087-7439 (Online)

Jurnal Teknik Industri

Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Industri

EDITOR IN CHIEF

Dr. Siana Halim
(Universitas Kristen
Petra, Surabaya,
Indonesia, SCOPUS
h-index = 3)

EDITOR

I Gede Agus Widyadana
(Petra Christian
University, Surabaya,
Indonesia, SCOPUS
h-index = 9)

Indriati Biso
(Universitas Kristen
Petra, Surabaya,
Indonesia, SCOPUS
h-index = 1)

Jani Rahardjo
(Universitas Kristen
Petra, Surabaya,
Indonesia)

Nyoman Sutapa
(Universitas Kristen
Petra, Surabaya,
Indonesia)

Tanti Octavia
(Universitas Kristen
Petra, Surabaya,
Indonesia)

REVIEWER

Hui Ming Wee
(Chung Yuan University,
Chung Li, Taiwan,
SCOPUS h-index = 31)

Daniel Indarto Prajogo
(Monash University,
Melbourne, Australia,
SCOPUS h-index = 22)

Huynh Trung Luong
(Asian Institute of
Technology, Thailand,
SCOPUS h-index = 9)

Erwie Zahara
(St. John University,
Taiwan, SCOPUS h-index
= 20)

Indra Gunawan
(University of Adelaide,
Australia SCOPUS
h-Index 6)

Anthony Halog
(University of
Queensland, Australia,
SCOPUS h-index = 7)

**Danny Prabowo
Soetanto**
(Lancaster University,
England, SCOPUS h-index
= 6)



The Jurnal Teknik Industri is published biannually, in June and December, by Petra Christian University.

Jurnal Teknik Industri aims to:
Promote a comprehensive approach to the application of industrial engineering in industries as well as incorporating viewpoints of different disciplines in industrial engineering.
Strengthen academic exchange with other institutions
Encourage scientist, practicing engineers, and others to conduct research and other similar activities.

The Jurnal Teknik Industri accredited by the Directorate General of Higher Education of Indonesia in 2012, with its decree no. 56/DIKTI/Kep/2012

USER

Username

Password

☐ Remember me

[Journal Help](#)

JOURNAL CONTENT

Search

Browse

- [By Issue](#)
- [By Author](#)
- [By Title](#)
- [Other Journals](#)

INFORMATION

- [For Readers](#)
- [For Authors](#)
- [For Librarians](#)

FONT SIZE

NOTIFICATIONS

- [View](#)
- [Subscribe / Unsubscribe](#)

CURRENT ISSUE

ATOM	1.0
RSS	2.0
RSS	1.0

[Abstracting and
Indexing - Jurnal
Teknik Industri](#)



ISSN 1411-2485 (Print)
ISSN 2087-7439 (Online)

Jurnal Teknik Industri

Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Industri

EDITOR IN CHIEF

Dr. Siana Halim
(Universitas Kristen
Petra, Surabaya,
Indonesia, SCOPUS
h-index = 3)

EDITOR

I Gede Agus Widyadana
(Petra Christian
University, Surabaya,
Indonesia, SCOPUS
h-index = 9)

Indriati Biso
(Universitas Kristen
Petra, Surabaya,
Indonesia, SCOPUS
h-index = 1)

Jani Rahardjo
(Universitas Kristen
Petra, Surabaya,
Indonesia)

Nyoman Sutapa
(Universitas Kristen
Petra, Surabaya,
Indonesia)

Tanti Octavia
(Universitas Kristen
Petra, Surabaya,
Indonesia)

REVIEWER

Hui Ming Wee
(Chung Yuan University,
Chung Li, Taiwan,
SCOPUS h-index = 31)

Daniel Indarto Prajogo
(Monash University,
Melbourne, Australia,
SCOPUS h-index = 22)

Huynh Trung Luong
(Asian Institute of
Technology, Thailand,
SCOPUS h-index = 9)

Erwie Zahara
(St. John University,
Taiwan, SCOPUS h-index
= 20)

Indra Gunawan
(University of Adelaide,
Australia SCOPUS
h-index 6)

Anthony Halog
(University of
Queensland, Australia,
SCOPUS h-index = 7)

**Danny Prabowo
Soetanto**
(Lancaster University,
England, SCOPUS h-index
= 6)

[HOME](#) [ABOUT](#) [LOG IN](#) [REGISTER](#) [SEARCH](#) [CURRENT](#) [ARCHIVES](#)
[PUBLICATION ETHICS AND MALPRACTICE STATEMENT](#)

[Home](#) > [Archives](#) > **Vol 14, No 1 (2012)**

Vol 14, No 1 (2012)

JUNE 2012

Table of Contents

Articles

[A New Evolutionary Algorithm Based on Bacterial Evolution and Its Application for Scheduling A Flexible Manufacturing System](#) [PDF](#)

Chandramouli Anandaraman, Arun Vikram
Madurai Sankar, Ramaraj Natarajan 1-12

[Model Penilaian Risiko Berbasis Kinerja untuk Rantai Pasok Kelapa Sawit Berkelanjutan di Indonesia](#) [PDF](#)

Rika Ampuh Hadiguna 13-24

[Pengembangan Model Simulasi Kebijakan Pengelolaan Ikan Berkelanjutan](#) [PDF](#)

Ratna Purwaningsih, Sjarief Widjaja, Sri Gunani
Partiwi 25-34

[Model Penentuan Nilai Target Functional Requirement Berbasis Utilitas](#) [PDF](#)

Cucuk Nur Rosyidi 35-42

[Peranan Manajemen Puncak, Wakil Manajemen, dan Konsultan dalam Tahap Awal Penerapan Sistem Manajemen Mutu](#) [PDF](#)

I Nyoman Sutapa 43-52

[Desain Prototipe Meja dan Kursi Pantai Portabel dengan Integrasi Pendekatan Ergonomi, Value Engineering dan Kansei Engineering](#) [PDF](#)

Nora Yuanita Restantin, Mirwan Ushada,
Makhmudun Ainuri 53-62

[Model Optimisasi Multiobjektif untuk Masalah Alokasi Penggunaan Lahan dengan Menggunakan Analisis Data Spasial](#) [PDF](#)

Diah Chaerani, Budi Nurani Ruchjana, Vivian
Wilhelmina 63-72

[Perancangan Fasilitas Kerja untuk Mereduksi Human Error](#) [PDF](#)

Harmein Nasution, Nazlina . 73-82

[Instructions for Preparing Papers for JTI.docx](#)
[Panduan untuk Menulis di JTI.docx](#)

The Journal is published by The Institute of Research & Community Outreach - Petra Christian University. It available online supported by Directorate General of Higher Education - Ministry of National Education - Republic of Indonesia.



©All right reserved 2016. *Jurnal Teknik Industri*, ISSN: 1411-2485, e-ISSN: 2087-7439

USER

Username

Password

☐ Remember me

[Journal Help](#)

JOURNAL CONTENT

Search

All

Browse

- [By Issue](#)
- [By Author](#)
- [By Title](#)
- [Other Journals](#)

INFORMATION

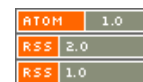
- [For Readers](#)
- [For Authors](#)
- [For Librarians](#)

FONT SIZE

NOTIFICATIONS

- [View](#)
- [Subscribe / Unsubscribe](#)

CURRENT ISSUE



[Abstracting and Indexing - Jurnal Teknik Industri](#)



Takashi Irohara

(Sophia University,
SCOPUS h-index = 3)

Andre Liem

(Norwegian University of
Science and Technology,
Trondheim, Norwegian,
SCOPUS h-index = 2)

Budi Arta Surya

(Victoria University of
Wellington, New
Zealand)

Eka Budiarto

(Swiss German
University, Serpong,
Tangerang Selatan,
Indonesia)

Eka Budiarto

(Swiss German
University, Serpong,
Tangerang Selatan,
Indonesia)

Feryanto Liem

(Applied Materials,
Sunnyvale, California,
USA, USA)

Hendry Raharjo

(Chalmers University of
Technology, Sweden,
USA)

Henry Pribadi

(Prasetiya Mulya
Business School, Jakarta,
Indonesia)

Inggrid

(University of Canberra,
Australia)

Markus Hartono

(Universitas Surabaya,
Surabaya, Indonesia)

Iwan Halim

(Norwegian University of
Science and Technology,
Trondheim, Norwegian)

00035245 [View My Stats](#)

Supported by:



JOURNAL DB
BUSINESS INFORMATION ON THE WEB



**Editor and
Administration Address:**

Institute of Research and
Community Outreach
Petra Christian University

Jl. Siwalankerto 121-131
Surabaya 60236
Indonesia

Phone: +62-31-2983139,
2983147

Fax: +62-31-8436418,
8492562

E-mail:
jurnal_ti@petra.ac.id

Homepage:
<http://jurnalindustri.petra.ac.id>